

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-056224

(43)Date of publication of application : 27.02.2001

(51)Int.Cl.

G01C 19/56

G01P 9/04

(21)Application number : 11-231098

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO  
LTD

(22)Date of filing : 18.08.1999

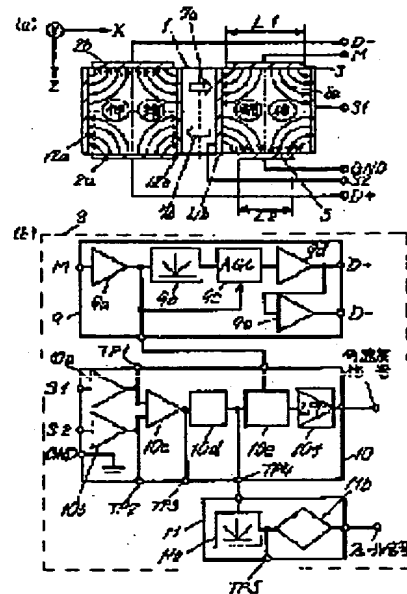
(72)Inventor : YUKAWA JUNICHI  
MATSUBARA KATSUNORI

## (54) ANGULAR SPEED SENSOR

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To detect a failure when an abnormality occurs in a detection electrode or a circuit in an angular speed sensor.

**SOLUTION:** This angular speed sensor consists of an element part constituted by a piezoelectric body having first excitation parts 2a, 2b giving drive vibration to a vibration body 1, a vibration detection part 3 detecting a vibration level of the vibration body 1, and Coriolis detection parts 4a, 4b detecting Coriolis vibration corresponding to an input angular speed and a circuit part 9 having a drive circuit 8 which inputs a signal of the vibration detection part 3 and outputs a signal to the first excitation parts 2a, 2b and a detection circuit inputting signals of the Coriolis detection parts 4a, 4b. The circuit part 9 has a level deciding circuit 11b judging an abnormal level of a charge in the Coriolis detection parts 4a, 4b to constitute the angular velocity sensor having a fail detection part 11 which is an output means outputting when an abnormality is detected. The Coriolis detection parts 4a, 4b include drive vibration component exceeding a reference level of the level deciding circuit 11b singly, and electrode arrangement of the element part is adjusted to reduce the drive vibration component below the reference level after synthesis.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

**THIS PAGE BLANK (b)(7)(C)**



【特許請求の範囲】

【請求項1】 振動体にドライブ振動を与える第1励振部と、振動体の振動レベルを検出する振動検出部と、入力角速度に応じて生ずるコリオリ振動を検出する少なくとも2つのコリオリ検出部とを有する圧電体で構成された素子部と、前記振動検出部からの信号を入力とし前記第1励振部への信号を出力する駆動回路と、前記コリオリ検出部からの信号を入力とする検出回路を有する回路部によって構成され、前記回路部は少なくともコリオリ検出部に生ずる電荷の異常レベルを判定するレベル判定回路を有し、異常を検出した場合に出力する出力手段を有した角速度センサにおいて、前記各々のコリオリ検出部には単独では前記レベル判定回路の基準レベル以上のドライブ振動成分を含み、かつ合成後は基準レベル以下になるように前記素子部の電極配置を調整した角速度センサ。

【請求項2】 電極をトリミングすることにより、2つのコリオリ検出部の出力の合成後のドライブ振動成分をほぼ0に調整した請求項1に記載の角速度センサ。

【請求項3】 振動体にドライブ振動を与える第1励振部と、振動体の振動レベルを検出する振動検出部と、入力角速度に応じて生ずるコリオリ振動を検出するコリオリ検出部とを有する圧電体で構成された素子部と、前記振動検出部からの信号を入力とし前記第1励振部への信号を出力する駆動回路と、前記コリオリ検出部からの信号を入力とする検出回路を有する回路部によって構成され、前記振動検出部の信号を入力として90°位相シフトした信号を出力する第2駆動回路と、それにより疑似コリオリ振動を誘発させる第2励振部と、外部トリガーにより前記第2駆動回路の第2励振部への接続を断続するスイッチ部とを有する角速度センサ。

【請求項4】 振動体にドライブ振動を与える第1励振部と、振動体の振動レベルを検出する振動検出部と、入力角速度に応じて生ずるコリオリ振動を検出するコリオリ検出部とを有する圧電体で構成された素子部と、前記振動検出部からの信号を入力とし前記第1励振部への信号を出力する駆動回路と、前記コリオリ検出部からの信号を入力とする検出回路を有する回路部によって構成され、第2の振動検出部と、その信号を入力として90°位相シフトした信号を出力する第2駆動回路と、それにより疑似コリオリ振動を誘発させる第2励振部と、外部トリガーにより前記第2駆動回路の第2励振部への接続を断続するスイッチ部とを有する角速度センサ。

【請求項5】 低周波の発振器と、変調器とを有し、前記変調器は第2駆動回路の信号を搬送波として前記発振器の信号で振幅変調をかけた信号を出力し、この信号を第2励振部に印加した請求項3または4に記載の角速度センサ。

【請求項6】 素子部が圧電体のパイモルフ構造である請求項1～5のいずれか1つに記載の角速度センサ。

【請求項7】 第2駆動回路は素子部のドライブインピーダンスの温度特性に応じた補正を施した請求項3～6のいずれか1つに記載の角速度センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は車両のブレーキ制御やロールエアバックシステムに用いられる角速度センサに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来の角速度センサとして電装技術会報（Vol. 38, No. 3, 1994年）第26ページから33ページに発表されたものが知られている。この角速度センサは音叉振動体に振動を与える励振部と、振動体の振動レベルを検出する手段と、角速度に応じて生ずるコリオリ力を検出する検出手段と、前記振動レベルを検出する手段の出力信号を増幅する第1の増幅器と前記第1の増幅器からの出力電圧の位相を90度シフトした電圧を前記比較部からの出力電圧によって増幅する増幅度が変化する音叉振動体の振幅を一定に制御するように前記励振部に接続した可変利得増幅器より構成している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術では検出電極と検出回路との接続ラインの断線、もしくは検出電極の劣化による感度の変化、検出回路の故障が生じたとしてもこれを検出することが困難でありセンサの信頼性を確保する妨げとなっていた。

【0004】本発明は上記従来の問題点を解決するもので角速度センサの故障、劣化に対してもこれを検出できる機能を有する角速度センサを提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために本発明は、振動体にドライブ振動を与える第1励振部と、振動体の振動レベルを検出する振動検出部と、入力角速度に応じて生ずるコリオリ振動を検出する少なくとも2つのコリオリ検出部とを有する圧電体で構成された素子部と、前記振動検出部からの信号を入力とし前記第1励振部への信号を出力する駆動回路と、前記コリオリ検出部からの信号を入力とする検出回路を有する回路部によって構成され、前記回路部は少なくともコリオリ検出部に生ずる電荷の異常レベルを判定するレベル判定回路を有し、異常を検出した場合に出力する出力手段を有した角速度センサにおいて、前記各々のコリオリ検出部には単独では前記レベル判定回路の基準レベル以上のドライブ振動成分を含み、かつ合成後は基準レベル以下になるように前記素子部の電極配置を調整した構成であるため、コリオリ検出部から検出回路への入力線が1本断線した際にレベル判定回路によりこの異常を検出することが可能となる。

【0006】

【発明の実施の形態】本発明の請求項1に記載の発明は、振動体にドライブ振動を与える第1励振部と、振動体の振動レベルを検出する振動検出部と、入力角速度に応じて生ずるコリオリ振動を検出する少なくとも2つのコリオリ検出部とを有する圧電体で構成された素子部と、前記振動検出部からの信号を入力とし前記第1励振部への信号を出力する駆動回路と、前記コリオリ検出部からの信号を入力とする検出回路を有する回路部によって構成され、前記回路部は少なくともコリオリ検出部に生ずる電荷の異常レベルを判定するレベル判定回路を有し、異常を検出した場合に出力する出力手段を有した角速度センサにおいて、前記各々のコリオリ検出部には単独では前記レベル判定回路の基準レベル以上のドライブ振動成分を含み、かつ合成後は基準レベル以下になるように前記素子部の電極配置を調整した構成であるため、コリオリ検出部から検出回路への入力線が1本断線した際にレベル判定回路によりこの異常を検出することが可能となる。

【0007】本発明の請求項2に記載の発明は、電極をトリミングすることにより、2つのコリオリ検出部の出力の合成後のドライブ振動成分をほぼ0に調整した請求項1に記載の角速度センサであるため、検出回路の周期検波回路部に入力される駆動振動成分を極めて低く抑えることが可能となるため、検出回路の位相ずれの温度特性に起因する角速度センサの出力の温度ドリフトを低減することが可能となる。

【0008】本発明の請求項3に記載の発明は、振動体にドライブ振動を与える第1励振部と、振動体の振動レベルを検出する振動検出部と、入力角速度に応じて生ずるコリオリ振動を検出するコリオリ検出部とを有する圧電体で構成された素子部と、前記振動検出部からの信号を入力とし前記励振部への信号を出力する駆動回路と、前記コリオリ検出部からの信号を入力とする検出回路を有する回路部によって構成され、前記振動検出部の信号を入力として90°位相シフトした信号を出力する第2駆動回路と、それにより疑似コリオリ振動を誘発させる第2励振部と、外部トリガーにより前記第2駆動回路の第2励振部への接続を断続するスイッチ部とを備えた構成であるため、疑似コリオリ振動を発生させることにより回路部を含めた角速度センサトータルでの自己診断が可能となる。

【0009】本発明の請求項4に記載の発明は、振動体にドライブ振動を与える第1励振部と、振動体の振動レベルを検出する振動検出部と、入力角速度に応じて生ずるコリオリ振動を検出するコリオリ検出部とを有する圧電体で構成された素子部と、前記振動検出部からの信号を入力とし前記第1励振部への信号を出力する駆動回路と、前記コリオリ検出部からの信号を入力とする検出回路を有する回路部によって構成され、第2の振動検出部

と、その信号を入力として90°位相シフトした信号を出力する第2駆動回路と、それにより疑似コリオリ振動を誘発させる第2励振部と、外部トリガーにより前記第2駆動回路の第2励振部への接続を断続するスイッチ部とを備えた構成であるため、請求項3と同様に疑似コリオリ振動を発生させることにより回路部を含めた角速度センサトータルでの自己診断が可能となる。

【0010】本発明の請求項5に記載の発明は、低周波の発振器と、変調器とを有し、前記変調器は第2駆動回路の信号を搬送波として前記発振器の信号で振幅変調をかけた信号を出力し、この信号を第2励振部に印加した請求項3または請求項4記載の角速度センサであるため、疑似コリオリ振動の発生により交流の角速度信号相当を発生させることが可能となる。これにより角速度センサのローパス・フィルタを含めたほぼ完全な自己診断が可能となる。

【0011】本発明の請求項6に記載の発明は、素子部が圧電体のパイモルフ構造である請求項1～5のいずれか1つに記載の角速度センサであるため、極めて簡単な構成でこれらの発明を実現可能となる。

【0012】本発明の請求項7に記載の発明は、第2駆動回路は素子部のドライブインピーダンスの温度特性に応じた補正を施した請求項3～6のいずれか1つに記載の角速度センサであるため、環境温度によらず安定した疑似コリオリ振動を発生させることが可能となり、更に信頼性の高い自己診断が可能となる。

【0013】以下、本発明の実施の形態について図面を用いて説明する。

【0014】（実施の形態1）図1は本発明の実施の形態1における角速度センサを示す図である。

【0015】図1（a）において1は圧電体によって構成され厚み方向に積層されたパイモルフ音叉型角速度センサの振動体で、7a、7bはそれぞれの層の分極軸方向を示したもので、2a、2bは振動体1に駆動振動を誘発させるための第1励振部、3は振動体1の振動レベルを検出するために振動体1に設けられた電極からなる振動検出部、5は振動検出部3に対向する面に配置され、かつ振動検出部3の電極よりもその幅が小さくなるように形成されたフェール信号発生部、4a、4bは角速度に応じて生ずるコリオリ力を検出するために振動体1に設けられた電極からなるコリオリ検出部を示す。

【0016】一方図1（b）は回路部8を示し、9は駆動回路、10はコリオリ検出部4a、4bの電極に生ずる電荷を入力とし角速度の大きさに応じた電圧に変換する検出回路、11はコリオリ検出部4a、4bに過大な電荷が発生することによる検出回路10の動作の不具合を検出するためにレベル判定回路を設けたフェール検出部である。

【0017】駆動回路9は振動体1の振動検出部（M端子）3に接続され、振動検出部3が検出した振動体1の

振動に起因する電荷を増幅するモニタアンプ9 aと、その出力を全波整流する整流回路9 bと、振動体1の振幅を一定にコントロールするためのオート・ゲイン・コントロール (AGC) 9 cと、振動体1の第1励振部2 a (D+端子)、2 b (D-端子) に接続され振動体1を駆動する駆動アンプ9 d、9 eより構成され、振動体1をその共振周波数で振動させる。

【0018】この時第1励振部2 a、2 bには駆動アンプ9 d、9 eより逆相の交流信号が印加されている。この第1励振部2 aの電極に印加された駆動電流は中継電極12 a、12 bを経て第1励振部2 bの電極に流れ、この電流のX軸方向成分により駆動振動を引き起こす応力が発生する。ここで振動体1は圧電体により構成されているため、中継電極12 a、12 bは第1励振部2 a、2 bの電極とで形成される容量成分で自動的に第1励振部2 a、2 bの両電極間の中点電位にバイアスされる。

【0019】検出回路10は、コリオリ検出部4 a (S1端子)、4 b (S2端子) に接続され、振動体1に回転角速度が加わりコリオリ力に基づきコリオリ検出部4 a、4 bに発生した電荷を増幅するセンサアンプ10 a、10 bとそれを差動合成する差動合成部10 cと、90°の位相シフトを行う位相シフタ10 dと、振動体1の振動により変調されたコリオリ振動による信号を復調する同期検波器10 eと、不要帯域を遮断すると共にDC増幅を行うローパスフィルタ10 fより構成され、角速度信号を出力する。

【0020】フェール検出部11は、位相シフタ10 dの出力を入力とし、それを全波整流する整流回路11 aと、そのレベルを判定するレベル判定回路11 bから構成され、センサの異常時にはDIAG信号を外部のコンピュータ等へ出力する。

【0021】ここで図1 (a) は振動体1の断面図で、駆動振動状態のある瞬間を示しており、その駆動振動に起因する電荷が6 a、6 bである。

【0022】通常バイモルフ音叉構造振動型角速度センサでは電荷6 a、6 bは等しくなるため、コリオリ検出部4 a、4 bの電極には振動検出部3より電荷6 aが流れ込み、回路部8のGND端子に接続されたフェール信号発生部5に電荷6 bが吐出されることにより駆動振動成分は相殺され、コリオリ振動成分のみが出力される。

【0023】しかしながら本発明ではフェール信号発生部5の電極幅 (L2) を振動検出部3の電極幅 (L1) よりも小さくするように形成することにより、あえて駆動振動成分をアンバランスさせコリオリ検出部4 a、4 bに駆動振動成分を出力させている。

【0024】このアンバランスで発生する駆動振動成分はコリオリ検出部4 a、4 bで同相信号となるため、検出回路10の差動合成部10 cによりキャンセルされる。

【0025】図2はこの様子を説明するもので、図2 (a) 通常動作時の回路部8の各波形を表したもので、①、②はコリオリ検出部4 a、4 bに現れた駆動振動に基づく電荷を電圧変換したもので、図1のTP1、TP2の信号を表している。

【0026】同じく図2 (a) の③は前記2つの信号の差分で、図1のTP3の信号を表したもので、前記2つの信号がそれぞれ同相であるため、レベルが等しい場合は差分の信号は0となる。一方図2 (a) の④はこれを90°位相シフトすると共に増幅した信号で、図1のTP4の信号を示し、図2 (a) の⑤はこれを全波整流した波形を示すもので、図1のTP5の信号を示し、これを平滑した信号レベルは続くレベル判定回路11 bの判定基準を下回っている。

【0027】一方図2 (b) はコリオリ検出部4 b (S2端子) の断線時を表したもので、②のTP2の信号が失われるため差動合成後の波形③ (TP3) には① (TP1) の波形がそのまま現れ、それを位相シフトで90°シフト及び増幅した波形が④ (TP4)、これを全波整流した波形が⑤ (TP5) で、これを平滑した信号レベルは続くレベル判定回路11 bの判定基準を上回るため、センサは外部のコンピュータへフェール信号を出力する。

【0028】この時電極ずれ等により差動合成部10 cでのキャンセルが不十分な際には前記フェール検出部等の電極をトリミングすることにより高精度化を図ることも可能である。

【0029】(実施の形態2) 図3は本発明の実施の形態2における角速度センサを示す図である。

【0030】図3 (a) において1は圧電体によって構成され厚み方向に積層されたバイモルフ音叉型角速度センサの振動体で、7 a、7 bはそれぞれの層の分極軸方向を示したもので、2 a、2 bは第1励振部、12 bは疑似コリオリ振動を誘発させるための中継電極と兼用の第2励振部、3は振動体1の振動レベルを検出するために圧電体に設けられた電極である振動検出部、5は振動検出部3に対向する面に配置された接地電極、4 a、4 bは角速度に応じて生ずるコリオリ力を検出するために圧電体に設けられた電極であるコリオリ検出部を示す。

【0031】次に図3 (b) は回路部8を示し、9は駆動回路、10はコリオリ検出部4 a、4 bの電極に生ずる電荷を入力とし角速度の大きさに応じた電圧に変換する検出回路、13は外部トリガー16により前記第2励振部12 bに印加して疑似コリオリ振動を誘発させるための第2駆動回路を示す。

【0032】振動体1は駆動回路9によってその共振周波数で振動する。この時第1励振部2 a、2 bには駆動アンプ9 d、9 eより逆相の交流信号が印加されている。この第1励振部2 aの電極に印加された駆動電流は第2励振部12 a、12 bである中継電極を経て第1励

振部2bの電極に流れ、この電流のX軸方向成分により駆動振動を引き起こす応力が発生する。

【0033】このセンサに回転角速度が印加されるとコリオリの力が生じその電荷がコリオリ検出部4a、4bの電極に生じる。このコリオリ検出部4a、4bの電極に生ずる電荷に生ずる電荷は逆位相となるように配置されているため検出回路10の差動合成部10cで差動合成され、位相シフター10dで90°位相をシフトした後に同期検波器10eで検波し、その後ローパスフィルタ10fで高域遮断をすると共に増幅して角速度信号を出力する。

【0034】ここで第2駆動回路13は、駆動回路9よりの振動体1の駆動振動に基づく振動検出部3からの信号をアンプ13aへの入力とし、それを次段の位相シフターで90°の位相シフトを行い、駆動振動とは90°位相のずれた信号を作り出し、外部トリガー16のON/OFFに基づき第2励振部の電極12bに印加させている。

【0035】図3(a)はこの疑似コリオリ振動を誘発させるために第2励振部12bに信号が印加された1瞬間を示した振動体1の電流の流れを示す図であるが、この信号により第2励振部12bから流れる電流を示したのが14a、14bであり、電流14aにより縮みの応力を、電流14bにより伸びの応力を作り出すことにより疑似コリオリ振動を作り出している。

【0036】次に図4はこの様子を信号波形で示した図で、(a)はこの外部トリガー16がOFFの通常状態を示し、(b)は外部トリガー16がONの状態を示している。また図4(b)における③の信号は振動検出部3の信号を90°位相シフトさせたもので、前記第2励振部12bに入力される。これは駆動振動の波形である①に対しても90°位相がずれた信号であり、これによりコリオリ振動と同位相の振動を作り出すことが可能となる。

【0037】この疑似コリオリ振動により発生した電荷は2つのコリオリ検出部4a、4bに対して逆相で現れ、差動合成後の波形が⑥に示す通りである。これには前記駆動振動成分も含めて表わしており、これを続く位相シフター、及び同期検波回路を経て⑧のような波形となる。

【0038】ここで(a)の外部トリガーOFF時は検波された波形の上下で面積比が等しくなるため、平滑後のDC波形(出力15)は0を示すのに対し、(b)の外部トリガーON時は検波波形の上下で面積比に差が生じることにより出力15にはDCオフセットが生まれる。

【0039】このような構成の角速度センサで、センサが使用されるシステムのコントロールユニットの指令により外部トリガーをONすることで振動体1に規定の疑似コリオリ振動を発生させることができるため、検出回

路10の出力15にDCオフセットを発生させることができる。

【0040】これを監視することにより前記信号線の断線はもとより、回路部品の故障による感度変化等についても正常であるか否かを判定することが可能となる。

【0041】更に第2駆動回路13に振動体1の圧電特性や流体抵抗に起因するインピーダンスの温度特性を補正する手段、例えばサーミスタ補正13d等を設けることにより、環境温度の如何に関わらず安定な疑似コリオリ振動を作り出すことができ、故障判定の精度を上げることが可能となる。

【0042】また、更にこの第2駆動回路13に低周波の発振器と掛け算回路を加え、位相シフタ13bの信号を搬送波として前記発振器の信号で振幅変調をかけた信号をスイッチ部13cを経て前記第2励振部12bに印加する構成とすることにより、検出回路10の出力15に交流信号を発生させることが可能となるため、前記検出回路10のローパスフィルタ10fの特性を含めた形で診断も可能となる。

【0043】(実施の形態3)図5は本発明の実施の形態3における角速度センサを示す図である。

【0044】実施の形態2の中では第2励振部12bを駆動する信号の源を振動検出部3の電荷に基づく信号より得ていたが、本実施の形態3ではこれを振動検出部3と対向する第2振動検出部17より得るもので、その他の構成並びに動作原理も実施の形態2と同様である。しかしながらこのような構成とすることにより振動体1上に設けられた各電極からGND接続電極を完全に排除することに成功している。

【0045】従って実施の形態2に比べてもより高い信頼性を得ることが可能となる。

【0046】

【発明の効果】これらの構成によりコリオリ検出部からの検出回路への入力線の断線検知が可能となり、また外部入力により疑似コリオリ力を発生させることにより回路部を含めたトータルの故障診断が可能となり、車両制御やエアバックシステム等の高度の信頼性が要求されるアプリケーションに対応した角速度センサが提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)本発明の実施の形態1における角速度センサの構成図

(b)同回路部の回路図

【図2】(a)(b)本発明の実施の形態1における角速度センサの信号波形を説明する図

【図3】(a)本発明の実施の形態2における角速度センサの構成図

(b)同回路部の回路図

【図4】(a)(b)本発明の実施の形態2における角速度センサの信号波形を説明する図

【図5】 (a) 本発明の実施の形態3における角速度センサの構成図

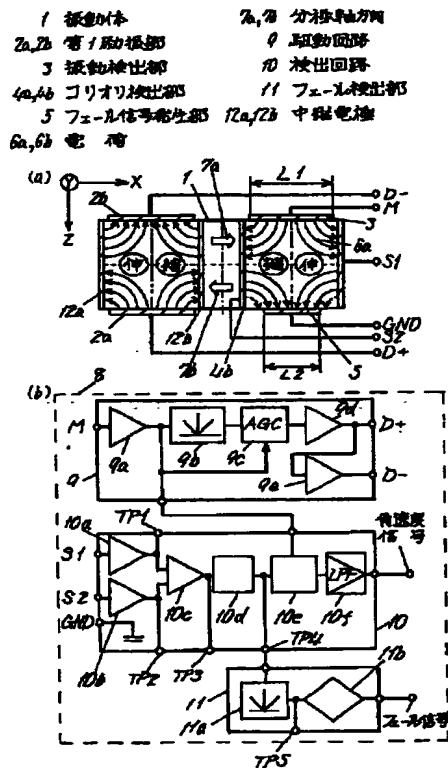
(b) 同回路部の回路図

【符号の説明】

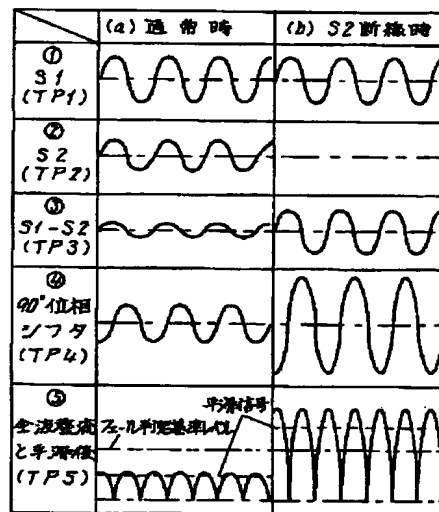
- 1 振動体
- 2 a, 2 b 第1励振部
- 3 振動検出部
- 4 a, 4 b コリオリ検出部
- 5 フェール信号発生部
- 6 a, 6 b 駆動振動に基づく電荷
- 7 a, 7 b 分極軸方向を示す矢印
- 8 回路部
- 9 駆動回路
- 9 a モニタアンプ
- 9 b, 11 a 整流回路
- 9 c AGC
- 9 d, 9 e 駆動アンプ
- 10 検出回路

- 10 a, 10 b センサアンプ
- 10 c 差動合成部
- 10 d, 13 d 位相シフタ
- 10 e 同期検波器
- 10 f ローパスフィルタ
- 11 フェール検出部
- 11 b レベル判定回路
- 12 a 中継電極
- 12 b 中継電極兼第2励振部
- 13 第2駆動回路
- 13 a アンプ
- 13 c スイッチ部
- 13 d サーマスタ
- 14 a, 14 b 電流方向を示す矢印
- 15 出力(out)
- 16 外部トリガー
- 17 第2振動検出部

【図1】

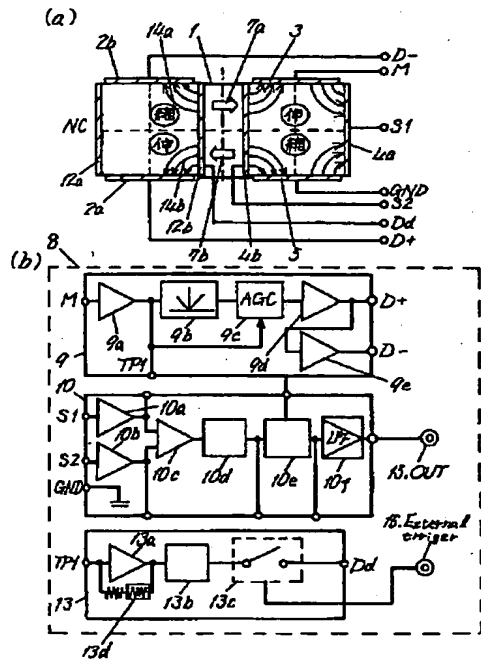


【図2】

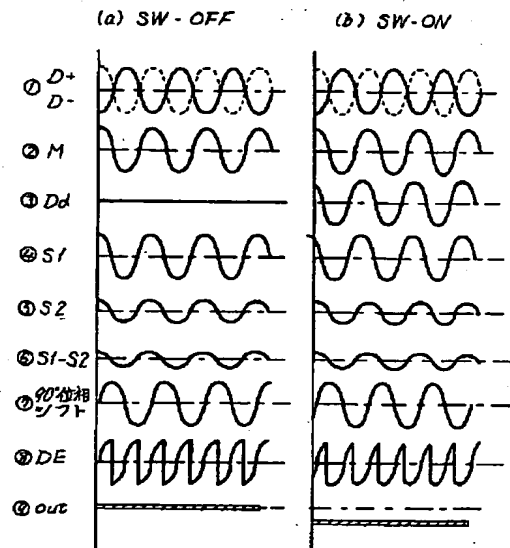




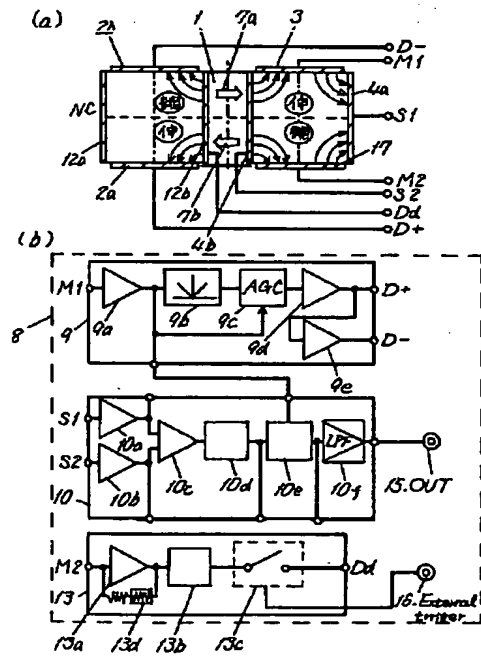
【図3】



【図4】



【図5】



**THIS PAGE BLANK (USF 16)**